Linzer biol. Beitr.	31/2	731-737	31.12.1999

Einfluß der Temperatur auf die Eibildung und Entwicklung von *Acheta domesticus* (L.) (Insecta: Orthoptera: Gryllidae)

R. STURM

Abstract: Effect of the temperature on the egg production and development of *Acheta domesticus* (L.) (Insecta: Orthoptera: Gryllidae).

For this study, house crickets were reared at three different temperatures (23 °C, 25 °C, and 30 °C). The number of produced eggs was strongly increased with rising temperatures. While females reared at 23 °C oviposited an average of 37 eggs per day, those reared at 30 °C oviposited an average of 140 eggs per day. The number of eggs stored in the ovaries increased from 11 to 53. Within the investigated temperature range, the duration of both the embryogenesis and the larval development was shortened significantly. The embryogenesis took 18 ± 3 days at 23 °C and 9 ± 1 days at 30 °C, while the larval development took 117 ± 10 days at 23 °C and 65 ± 7 days at 30 °C. By adding data from the literature a zero point of development at 14.5 °C could be calculated.

Einleitung

Die Fortpflanzung und Entwicklung der Insekten werden in hohem Maße von exogenen Faktoren beeinflußt. Als besonders wichtiger Parameter gilt dabei in Hinblick auf die Reproduktionsrate und Entwicklungsdauer die Umgebungstemperatur (GEWECKE 1995). Untersuchungen in Bezug auf die Temperaturabhängigkeit der Reproduktion liegen bislang nur für wenige Insektengruppen - unter anderem Lepidopteren (z.B. BARKER & HERMAN 1976; WELBERS 1975) und Heteropteren (BRAUNE 1971) - vor. Innerhalb der Orthopteren wurde lediglich das Fortpflanzungsverhalten von *Gryllus bimaculatus* bei verschiedenen Temperaturen ausführlich dokumentiert (z.B. BEHRENS et al. 1983; HOFFMANN 1974, 1985), während Untersuchungen an heimischen Arten noch in unzureichendem Maße geführt wurden. Die Abhängigkeit der Embryonal- und Larvalentwicklung von der Umgebungstemperatur wurde bei den bereits erwähnten Insektengruppen sowie insbesonders bei der Taufliege *Drosophila melanogaster* studiert (VARLEY et al. 1980), welche seither oftmals als Modellorganismus für ähnliche Fragestellungen herangezogen wird. Studien über die Entwicklung von Orthopteren beschränken sich auf *Gryllus bimaculatus* (BEHRENS et al. 1983), *Locusta migratoria migratorioides*, *Camnula pellucida* und *Melanoplus mexicanus* (HOFFMANN 1985; HAGSTRUM & HAGSTRUM 1970). Von *Acheta domesticus* sind bisher nur wenige Daten zu diesem Thema veröffentlicht worden (ANDERSON 1972).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Kenntnisse über die Fortpflanzung und Entwicklung des Heimchens bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen etwas zu erweitern

und bereits vorhandene Daten mit neu gewonnenen Ergebnissen zu vereinigen. Es soll auch ein Zusammenhang zwischen dem Verhalten der Tiere in ihrem natürlichen Lebensraum und jenem im Labor gefunden und dokumentiert werden.

Material und Methoden

Die Zucht und Haltung von *Acheta domesticus* (Abb. 1) erfolgte in einer Klimakammer am Institut für Zoologie der Universität Salzburg. Die Innentemperatur der Kammer wurde im Zuge dreier Untersuchungsetappen auf 23 °C, 25 °C und 30 °C eingestellt, während die Luftfeuchtigkeit mit 60 % und die Photoperiode mit 12 Stunden auf konstantem Niveau gehalten wurden. Als Zuchtgefäße für Larven mittleren Alters dienten Plastikbehälter mit einer Grundfläche von 30 x 45 cm und einer Höhe von 25 cm, welche

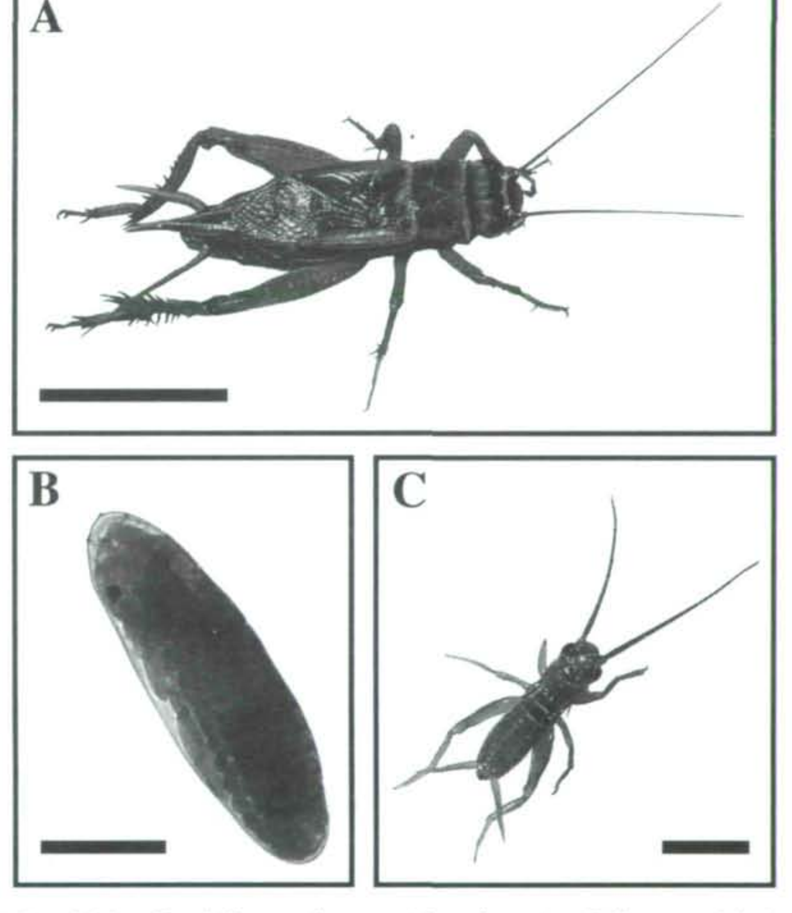


Abb. 1: Verschiedene Entwicklungsstadien von *Acheta domesticus* (Balken entspricht 1 cm). **A.** Adulttier (♂); **B.** Embryo knapp vor dem Ausschlüpfen; **C.** Larve nach der 3. Häutung. Die Balken in **B** und **C** entsprechen jeweils 1 mm.

mit einer etwa 5 cm hohen Torflage gefüllt wurden. Als Unterschlupf für die Tiere wurden leere Eikartons sowie zusammengeknäuelte Papierbögen verwendet. Die Nahrung der Grillen bestand aus frischem Salat, Haferflocken und Standarddiät für Labortiere (Altromin 1222). Die notwendige Flüssigkeit wurde durch in kleine Petrischalen gelegte, wasserbefeuchtete Wattepads geboten. Salat und Wattepads wurdenalle zwei Tage ausgewechselt, um so einen guten Ernährungszustand der Grillen gewährleisten zu können. Unmittelbar nach der Adulthäutung wurden die Tiere nach ihrem Geschlecht getrennt in Glasgefäße mit einem Volumen von 5 Litern überführt. In die Gefäße wurden ebenfalls Papierknäuel, frischer Salat, Trockennahrung und wasserbefeuchtete Wattepads gegeben.

Zur Untersuchung der Eiproduktion wurden einmalig verpaarte Weibchen (N = 25) in Eiablage-Gefäße gesetzt, welche zuvor mit einer 4 bis 5 cm hohen Schicht aus feuchtem Arkosesand - dem Ablagesubstrat - versehen worden waren. Der Sand wurde vor seinem Gebrauch sorgfältig abgekocht, um darin enthaltene Bakterien und Pilze abzutöten. Die Weibchen wurden nach 24 Stunden wieder aus den Gefäßen entfernt. Die in das Substrat abgelegten Eier wurden aussortiert, gezählt und schließlich wiederum dem Substrat zugeführt. Zur Untersuchung der noch in den Ovarien befindlichen Eier wurden die Weibchen im CO_2-Strom narkotisiert, dekapitiert und ventral eröffnet. Nach Freilegung der Ovarien wurden die darin enthaltenen reifen Eier gezählt. Die Dauer der Embryogenese wurde als Zeitraum zwischen Ablage der Eier und Ausschlüpfen erster Larven definiert. Zur genauen Ermittlung dieser Zeitspanne war eine tägliche sorgfältige Durchsicht der das Substrat und die Eier enthaltenden Brutgefäße nötig. Nach dem Schlüpfen der Larven wurden diese aus den Gefäßen abgesaugt und in kleine Plastikboxen mit feinem Netz als Deckel überführt. Die Larvalentwicklung wurde in diesen Gefäßen bis etwa zum 6. Häutungsstadium verfolgt, um dann die Tiere in die größeren Zuchtbehälter zu überführen und den Fortgang ihrer Entwicklung zu studieren. Als Entwicklungsdauer wurde die Zeitspanne zwischen Ausschlüpfen der Larven und deren Adulthäutung definiert.

Der Entwicklungsnullpunkt von *Acheta domesticus* wurde graphisch ermittelt, indem die Kehrwerte der Embryonalentwicklungszeiten gegen die Temperatur aufgetragen wurden. Der Schnitt jener aus den Punkten errechneten Regressionsgeraden mit der Temperaturachse ergab den gesucht Wert.

Ergebnisse

Eiproduktion

Die Anzahl der innerhalb 24 Stunden in das Substrat abgelegten Eier zeigt eine signifikante Zunahme mit steigender Temperatur (Abb. 2). Werden von bei 23 °C gehaltenen Weibchen im Durchschnitt noch 37,5 ± 10,3 Eier abgelegt, so steigt diese Zahl für die 25 °C-Tiere auf 103,7 ± 17,4 und für die bei 30 °C gezüchteten Grillen schließlich auf 140,5 ± 15,8. Demzufolge kann eine Erhöhung der Ablagerate um ca. 250 % festgestellt werden. Einen ähnlichen Trend läßt die Anzahl der in den Ovarien verbliebenen reifen Eier erkennen, welche bei einer Temperaturerhöhung ebenfalls eine deutliche Steigerung erfährt (Abb. 1). Bei 23 °C befinden sich durchschnittlich 11,2 ± 3 reife Eier in den Ovarien, bei 25 °C 33,1 ± 9,8 Eier und bei 30 °C 53,3 ± 11,1 Eier. Faßt man die Zahl der

abgelegten Eier mit jener der im Ovar verbliebenen zusammen, so ergibt sich die totale Eibildungsrate. Diese erhöht sich beim Sprung von 23 °C auf 30 °C um ca. 300 %.

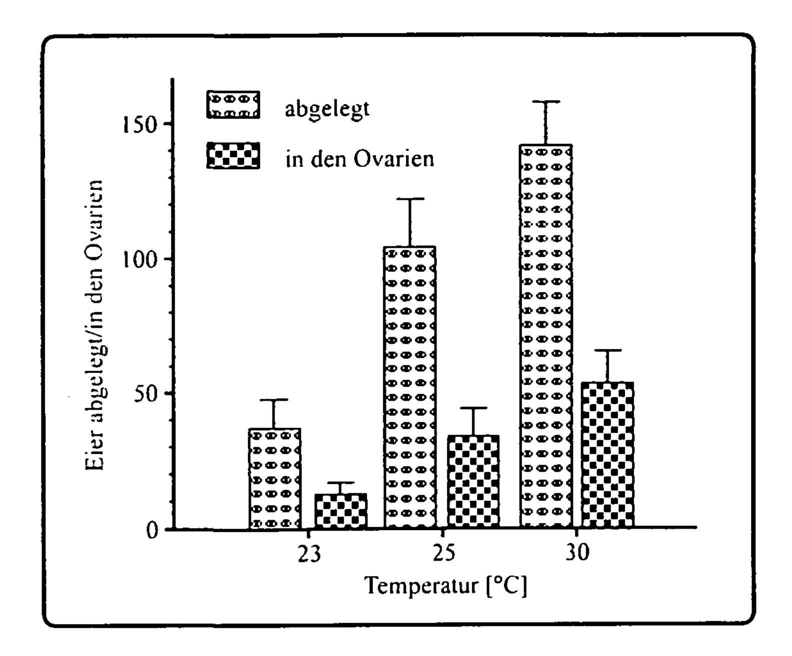


Abb. 2: Durchschnittliche Anzahl abgelegter bzw. noch im Ovar befindlicher Eier bei 23, 25 und 30 °C. Als Fehler des Mittelwertes wurde die einfache Standardabweichung aufgetragen.

Embryonalentwicklung

Graph A der Abbildung 3 zeigt recht klar, daß die Dauer der Embryogenese mit steigender Temperatur abnimmt. So konnte für eine Bruttemperatur von 23 °C eine mittlere Entwicklungsdauer von 18 ± 3 Tagen festgehalten werden, wohingegen die Inkubation bei 25 °C zu einer Reduktion der Dauer auf 11 ± 2 Tage führte. Bei 30 °C bebrühtete Eier benötigten für ihre Entwicklung lediglich noch 9 ± 1 Tage. Die aus den Reziprokwerten der Entwicklungszeiten erhaltenen Entwicklungsgeschwindigkeiten wurden mit den bereits vorhandenen Daten von ANDERSON (1972) gegen die Temperatur aufgetragen. Die für diese Punkte errechnete Regressionsgerade schneidet die Temperaturachse bei exakt 14,5 °C, was der unteren Schwellentemperatur für die Embryonalentwicklung entspricht.

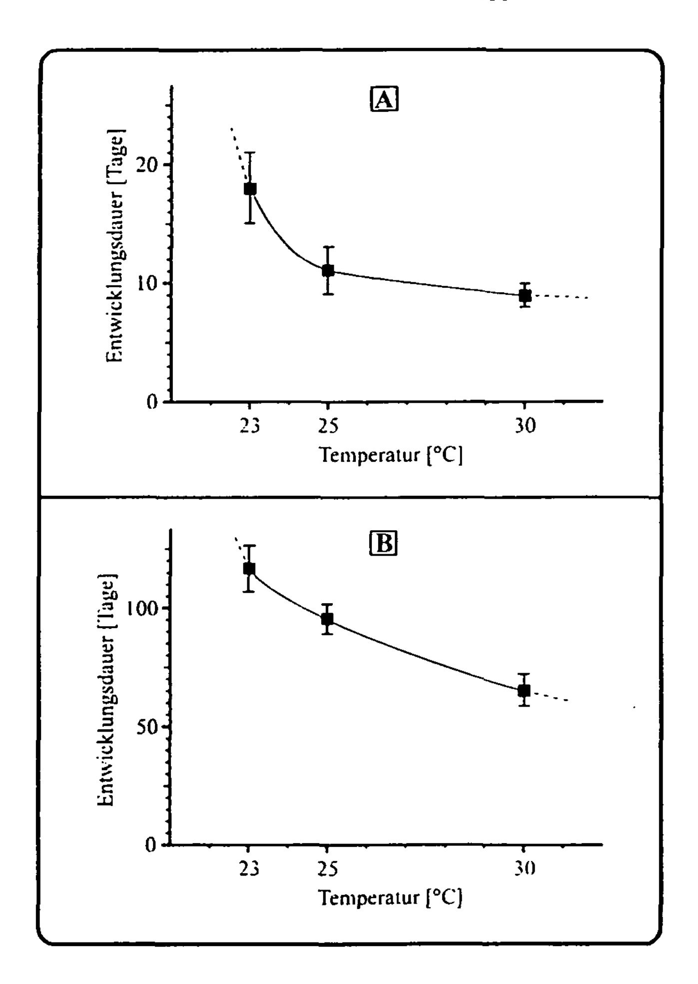


Abb. 3: **A.** Durchschnittliche Dauer (inkl. Standardabweichung) der Embryonalentwicklung von *Acheta domesticus* bei 23, 25 und 30 °C. **B.** Durchschnittliche Dauer der Larvalentwicklung bei denselben Temperaturen.

Larvalentwicklung

Die Entwicklungsdauer der Larven wird analog zu jener der Embryonen mit steigender Temperatur deutlich verkürzt (Abb. 3B). Die bei 23 °C gehaltenen Larven benötigen vom Schlüpfen aus den Eiern bis zur Adulthäutung 117 ± 10 Tage. Bei einer Temperatur von 25 °C wird diese Dauer um etwa 20 % auf 95 ± 6 Tage verkürzt. Jene Larven, welche bei 30 °C gehalten wurden, benötigen für ihre Jugendentwicklung lediglich noch 65 ± 7 Tage, was verglichen mit den 23 °C-Tieren einer Reduktion von ca. 40 % entspricht. Die Verkürzung des Larvenstadiums ist einerseits mit einer Abnahme der Zeit zwischen den Häutungen und andererseits mit einer Reduktion der Häutungszahl selbst zu begründen. Letztere beträgt bei den 23 °C-Tieren 12 bzw. 13 und sinkt bei den 30 °C-Tieren auf 10 bzw. 11.

Diskussion

Wie den Ergebnissen zu entnehmen ist, zeigt sich auch bei *Acheta domesticus* eine deutliche Temperaturabhängigkeit bezüglich der Entwicklungsdauer und der Reproduktionsrate. Sowohl die Embryogenese als auch die Larvalentwicklung verkürzen sich bei einer Temperatursteigerung von 23 °C auf 30 °C um bis zu 50 %, wohingegen die Eiproduktion eine Erhöhung um 250 bis 300 % erfährt. Bei der Mittelmeer-Feldgrille *Gryllus bimaculatus* können analoge Trends verfolgt werden (HOFFMANN 1974, BEHRENS et al. 1983). Hier verkürzt sich die Embryonalentwicklung im Temperaturbereich von 20 °C bis 34 °C von durchschnittlich 30 auf 6 Tage und die Larvalzeit von 150 aud 30 Tage. Die tägliche Eiproduktion hingegen steigt im gleichen Temperaturrahmen von im Mittel 17 auf 99 Stück. Der für *Acheta domesticus* errechnete Nullpunkt der Embryonalentwicklung liegt bei 14,5 °C. Für *Gryllus bimaculatus* beträgt die untere Grenztemperatur der Embryogenese 16,6 °C und weicht damit relativ deutlich von jener des Heimchens ab. Ähnlich wie die Orthopteren sprechen auch andere Insektengruppen recht deutlich auf Änderungen der Umgebungstemperatur an. Beim Kohlweißling *Pieris brassicae* beispielsweise verringert sich die Entwicklungsdauer des Embryos bei Erhöhung von 14 °C auf 26 °C von 240 Stunden auf 90 Stunden, jene der Larve von 46 auf 20 Tage und jene der Puppe von 27 auf 9 Tage (NEUMANN & HEIMBACH 1975). Die Taufliege *Drosophila melanogaster* reduziert die Dauer ihrer Embryogenese im Bereich zwischen 10 °C und 30 °C von 71 auf 20 Stunden (VARLEY et al. 1980).

Das unter Laborbedingungen studierte Fortpflanzungs- und Entwicklungsverhalten von *Acheta domesticus* ist nur bedingt mit jenem freilebender Tiere zu vergleichen, da in der freien Natur neben der Temperatur noch andere abiogene Faktoren (z.B. Niederschlag, Trockenheit), aber auch biogene Einflüsse (Feinde, Konkurrenz) eine wesentliche Rolle spielen. Trotz seiner Verbreitung in großen Teilen Europas sucht das Heimchen jedoch bevorzugt warme Orte (Häuser und dergleichen) auf, um letztlich seinen Reproduktionserfolg zu sichern (JACOBS & RENNER 1988). Recht wertvoll können die im Rahmen der vorliegenden Arbeit präsentierten Daten für all jene sein, welche *Acheta domesticus* als Futtertiere züchten, da die Zuchteffizienz bereits durch Veränderung lediglich eines Parameters erheblich gesteigert werden kann. Durch eine Variation der Luftfeuchtigkeit oder der Photoperiode bzw. durch den Einsatz von Wechseltemperaturen, wie er sehr ausführlich bei HOFFMANN (1974) diskutiert wird, ist noch mit einer weiteren Effizienzsteigerung zu rechnen.

Abschließend kann angeführt werden, daß mit der vorliegenden Untersuchung wiederum ein kleiner Schritt zur Aufklärung des Effektes der Umgebungstemperatur auf Insekten - insbesonders Orthopteren - getan wurde.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden Heimchen bei drei verschiedenen Temperaturen (23 °C, 25 °C und 30 °C) gezüchtet. Dabei konnte eine deutliche Erhöhung der Eiproduktion mit steigender Temperatur beobachtet werden. Während jene bei 23 °C gehaltenen Weibchen durchschnittlich 37 Eier pro Tag in das Substrat ablegten, stieg die Zahl der pro Tag abgelegten Eier bei Weibchen, welche einer Umgebungstemperatur von 30 °C ausgesetzt waren, auf 140. Die Anzahl der in den Ovarien verbliebenen Eier stieg im beschriebenen Temperaturintervall von durchschnittlich 11 auf 53. Als weiterer Effekt einer Temperaturerhöhung konnte eine signifikante Verkürzung sowohl der

Embryogenese als auch der Larvalentwicklung von *Acheta domesticus* angesehen werden. So dauerte die Embryonalentwicklung bei 23 °C 18 ± 3 Tage, bei 30 °C hingegen nurmehr 9 ± 1 Tage. Die Larvalentwicklung verkürzte sich von 117 ± 10 Tage bei 23 °C auf 65 ± 7 Tage bei 30 °C. Gemeinsam mit bereits vorhandenen Literaturdaten konnte ein Entwicklungsnullpunkt bei 14,5 °C ermittelt werden.

Literatur

ANDERSON D.T. (1972): The Development of Hemimetabolous Insects. In: COUNCE S.J. & C.H. WADDINGTON, Developmental Systems: Insects; Volume I. — 305 pp., Academic Press (London, New York).

BARKER J.F. & W.S. HERMAN (1976): Effect of photoperiod and temperature on reproduction of the monarch butterfly, *Danaus plexippus*. — J. Insect Physiol. **22**: 1565-1568.

BEHRENS W., HOFFMANN K.-H., KEMPA S., GÄßLER S. & G. MERKEL-WALLNER (1983): Effects of diurnal thermoperiods and quickly oscillating temperatures on the development and reproduction of crickets, *Gryllus bimaculatus*. — Oecologia **59**: 279-287.

BRAUNE H.-J. (1971): Der Einfluß der Temperatur auf Eidiapause und Entwicklung von Weichwanzen (Heteroptera, Miridae). — Oecologia **8**: 223-266.

GEWECKE M. (1995): Physiologie der Insekten. — 445 pp., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.

HAGSTRUM D.W. & W.R. HAGSTRUM (1970): A simple device for producing fluctuating temperatures, with an evaluation of the ecological significance of fluctuating temperatures. — Ann. Entomol. Soc. Am. **63**: 1385-1389.

HOFFMANN K.-H. (1974): Wirkung von konstanten und tagesperiodisch alternierenden Temperaturen auf Lebensdauer, Nahrungsverwertung und Fertilität adulter *Gryllus bimaculatus*. — Oecologia **17**: 39-54.

HOFFMANN K.-H. (1985): Environmental Physiology and Biochemistry of Insects. — Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

JAKOBS W. & M. RENNER (1988): Biologie und Ökologie der Insekten. — 690 pp., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

NEUMANN D. & P. HEIMBACH (1975): Das Wachstum des Kohlweißlings bei konstanten und tagesperiodisch wechselnden Temperaturen. — Oecologia **20**: 135-141.

VARLEY G.C., GRADWELL G.R. & M.P. HASSEL (1980): Populationsökologie der Insekten. — Thieme-Verlag, Stuttgart.

WELBERS P. (1975): Der Einfluß von tagesperiodischen Wechseltemperaturen bei der Motte *Pectinophora*. 1. Entwicklungsdauer, Larvengewicht und Reproduktionsrate. — Oecologia **18**: 31-42.

Anschrift des Verfassers: Mag. Robert STURM
Brunnleitenweg 41
5061 Elsbethen, Austria